

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 49 062.7

Anmeldetag: 22. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: Pfeiffer Vacuum GmbH, Aßlar/DE

Bezeichnung: Mehrstufige Kolbenvakuumpumpe und Verfahren  
zu deren Betrieb

IPC: F 04 B 37/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Benzler".

St. 2000-100

## **Mehrstufige Kolbenvakuumpumpe und Verfahren zu deren Betrieb**

Die Erfindung betrifft eine mehrstufige Kolbenvakuumpumpe und ein Verfahren zu deren Betrieb nach dem Oberbegriff des 1. Schutzanspruches.

Kolbenvakuumpumpen, welche einen Rezipienten von Atmosphärendruck auf ein gewünschtes Endvakuum von z. B.  $10^{-2}$  mbar auspumpen, sind in der Regel mehrstufig ausgebildet (z. B. US 5,921,755). Die einzelnen Stufen sind in Reihe geschaltet, um so die erforderliche Druckdifferenz aufbringen zu können. Das Saugvermögen wird durch die dem Rezipienten zugewandte Pumpstufe bestimmt. Die nachfolgenden, normalerweise abgestuften Pumpstufen sorgen für eine weitere Verdichtung der zu fördernden Gase bis Atmosphärendruck. Durch die Abstufung kann die Leistungsaufnahme der Pumpe reduziert werden.

Zu Beginn des Auspumpvorganges, wenn der Druck im Rezipienten noch bei 1000 mbar liegt, ist es jedoch nicht notwendig, dass von dem ersten Kolben angesaugte Gas weiter zu verdichten. Mit Hilfe eines druckgesteuerten Bypassventils werden die nachfolgenden Pumpstufen umgangen, so dass diese keine Verdichtungsarbeit mehr leisten müssen. In diesem Anfangsstadium wäre jedoch ein höheres Saugvermögen von Vorteil, um den Pumpvorgang zu beschleunigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mehrstufige Kolbenvakuumpumpe so zu gestalten, dass alle Stufen in jedem Stadium des Pumpvorganges in der Weise eingesetzt werden können, dass die Pumpeigenschaften verbessert und ein effektiveres Pumpen ermöglicht wird. Dabei soll eine kompakte und raumsparende Bauweise angestrebt werden, bei der die Verbindungsleitungen minimale Längen aufweisen und so die Strömungswiderstände klein gehalten werden können. Dazu soll die Kondensation von Flüssigkeiten und Feststoffen in den Verbindungsleitungen verhindert oder auf ein Minimum reduziert werden.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der beiden Schutzansprüche 1 und 3 gelöst. Die Ansprüche 2 und 4 stellen weitere Ausgestaltungsformen der Erfindung dar.

Das Saugvermögen einer mehrstufigen Kolbenvakuumpumpe kann durch die erfindungsgemäße Anordnung und durch das erfindungsgemäße Verfahren im oberen Druckbereich deutlich erhöht werden, indem beim Start des Abpumpvorganges alle vorhandenen Kolben parallel ansaugen. Erst bei einem Druck im Rezipienten, bei dem die Kompression eines Kolbens die angesaugten Gase nicht mehr auf Atmosphärendruck verdichten kann, werden die parallel geschalteten Kolben in Reihe geschaltet. Auf diese Art werden alle Pumpstufen optimal eingesetzt und ein effektives Pumpen wird mit minimalem Aufwand erreicht. Die Integration der nötigen Verbindungsleitungen und Ventile in die mehrstufige Pumpe ergibt eine kompakte Bauweise. Die Länge der Verbindungsleitungen ist auf ein Minimum be-

schränkt, so dass die Strömungswiderstände klein gehalten werden können. Ein weiterer großer Vorteil der integrierten Bauweise besteht darin, dass die Verbindungsleitungen und Bauteile, welche sich innerhalb des Pumpengehäuses befinden, dessen Temperatur annehmen. Da diese Temperatur höher ist als außerhalb des Gehäuses, werden Ablagerungen durch Kondensation vermieden.

Anhand der Fig. 1 soll die Erfindung am Beispiel einer zweistufigen Kolbenpumpe näher erläutert werden. Fig. 2 zeigt eine weitere Ausgestaltungsform der Erfindung.

Die beiden Pumpstufen sind im Gehäuse 1 untergebracht. Sie bestehen im wesentlichen jeweils aus einem Schöpfraum 2 und 4, in welchen Kolben 6 und 8 oszillierende Bewegungen ausführen. Im Zusammenwirken mit den Ventilen 10 und 11 erfolgt so die Gasförderung. Das bei der Ansaugseite 16 des ersten Schöpfraumes 2 eintretende und in diesem komprimierte Gas wird über die Gasausstoßseite 15 und die Verbindungsleitung 14 der Ansaugseite 17 des Schöpfraumes 2 zugeführt und nach weiterer Kompression über die Gasauslassseite 19 ausgestoßen. Die Schöpfräume und die zugehörigen Kolben sind abgestuft ausgebildet. Das heißt, der erste Schöpfraum 2 ist größer als der zweite Schöpfraum 4, da beim Betrieb im ersten Schöpfraum komprimiert wird und der zweite Schöpfraum somit ein geringeres Volumen zu pumpen und zu komprimieren hat.

Erfindungsgemäß ist in der Verbindungsleitung 14 ein Absperrrorgan 18 angebracht. Darüber hinaus ist eine weitere Verbindungsleitung 20 zwischen der Ansaugseite 16

des ersten Schöpfraumes 2 und der Ansaugseite 17 des zweiten Schöpfraumes 4 vorhanden. In dieser Verbindungsleitung befindet sich ein zweites Absperrorgan 21. Ein weiteres Absperrorgan 23 ist am Druckstutzen 13 der ersten Pumpstufe angebracht. Diese Verbindungsleitungen und Absperrorgane befinden sich alle oder teilweise innerhalb des Pumpengehäuses 1.

Die so konstruierte mehrstufige Kolbenpumpe ist dazu geeignet, die Pumpstufen in Parallel- oder in Serienschaltung arbeiten zu lassen, wobei ein Umschalten von einem Betriebszustand in den anderen in jeder Betriebsphase möglich ist.

Beim Beginn eines Auspumpvorganges ist es sinnvoll, das volle Saugvermögen aller Pumpstufen zu nutzen. Dazu werden im vorliegenden Beispiel zunächst das Absperrorgan 18 geschlossen und die Absperrorgane 21 und 23 geöffnet. So kann das zu pumpende Gas über die Ansaugseite 16 des ersten Schöpfraumes 2 in diesen eintreten und nach Kompression durch den Kolben 6 über das Ventil 10 und die Gasauslassseite 15 ausgestoßen werden. Parallel dazu wird das Gas über das geöffnete Absperrorgan 21 und die Verbindungsleitung 20 der Ansaugseite 17 des zweiten Schöpfraumes 4 zugeführt. Nach Kompression durch den Kolben 8 wird über das Ventil 11 und die Gasauslassseite 19 ausgestoßen.

Wenn nach einer gewissen Zeit des Parallelbetriebes ein Zustand erreicht wird, bei dem die zweite Pumpstufe das in der ersten Pumpstufe komprimierte Gas voll übernehmen kann, wird auf Serienbetrieb umgeschaltet. Dazu wird das Absperr-

organ 21 geschlossen und das Absperrorgan 18 geöffnet. Ein weiteres Absperrorgan 23, welches am Druckstutzen 13 der ersten Pumpstufe angebracht ist, wird ge

schlossen. Das im ersten Schöpfraum 2 komprimierte Gas strömt nun über das geöffnete Absperrorgan 18 und die Verbindungsleitung 14 zur Ansaugseite 17 des zweiten Schöpfraumes 4, wird dort weiter komprimiert und über die Gasauslasseite 19 ausgestoßen. Die Umschaltung von Parallel- auf Serienbetrieb oder umgekehrt kann in jeder Phase des Pumpvorganges erfolgen. Die beiden Absperrorgane 18 und 21 können durch einen Dreiwegehahn 25 ersetzt werden.

## **Schutzansprüche**

1. Mehrstufige Kolbenvakuumpumpe, bestehend aus einem Gehäuse (1) und mindestens einem ersten (2) und einem zweiten Schöpfraum (4), in denen jeweils Kolben (6) und (8) oszillierende Bewegungen ausführen und im Zusammenwirken mit Ventilen (10) und (11) die Gasförderung erzeugen, mit einer Verbindungsleitung (14) zwischen der Gasausstoßseite (15) des ersten Schöpfraumes (2) und der Ansaugseite (17) des zweiten Schöpfraumes (4), dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungsleitung (14) ein erstes Absperrorgan (18) vorhanden ist und dass eine weitere Verbindungsleitung (20) zwischen der Ansaugseite (16) des ersten Schöpfraumes (2) und der Ansaugseite (17) des zweiten Schöpfraumes (4) besteht und in dieser Verbindungsleitung (20) ein zweites Absperrorgan (21) vorhanden ist, wobei die Verbindungsleitungen (14) und (20) sowie die Absperrorgane (18) und (21) sich innerhalb des Pumpengehäuses (1) befinden.
2. Mehrstufige Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass anstelle der Absperrorgnae (18) und (21) ein Drehwegehahn (25) vorhanden ist.
3. Verfahren zum Betrieb einer mehrstufigen Kolbenvakuumpumpe, bestehend aus einem Gehäuse (1) und mindestens einem ersten (2) und einem zweiten Schöpfraum (4), in denen jeweils Kolben (6) und (8) oszillierende Bewegungen ausführen und im Zusammenwirken mit Ventilen (10) und (11) die Gasförderung erzeugen mit einer Verbindungsleitung (14) zwischen der Gasausstoßseite (15) des ersten Schöpfraumes (2) und der Ansaugseite (17) des zweiten Schöpfraumes (4).

mes (4), dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt ein Absperrorgan (18) in der Verbindungsleitung (14) geschlossen wird und in einer zweiten Verbindungsleitung (20) ein Absperrorgan (21) geöffnet wird, so dass der bei der Ansaugseite (16) eintretende Gasstrom parallel in die Schöpfräume (2) und (4) gepumpt und über die Ventile (10) und (11) den Gasauslassseiten (15) und (19) zugeführt werden kann und in einem zweiten Schritt das Absperrorgan (18) in der Verbindungsleitung (14) geöffnet wird, das Absperrorgan (21) in der Verbindungsleitung (20) geschlossen wird und ein weiteres Absperrorgan (23) an der Gasauslassseite (15) geschlossen wird, so dass das bei der Ansaugseite (16) eintretende Gas zunächst in dem Schöpfraum (2) verdichtet wird und dann über die Verbindungsleitung (14) dem Schöpfraum (4) zur weiteren Kompression zugeführt wird und dass die Gasführung zwischen der Ansaugseite (16) und den Schöpfräumen (2, 4) bzw. zwischen den Schöpfräumen selbst innerhalb des Pumpengehäuses (1) stattfindet.

4. Verfahren zum Betrieb einer mehrstufigen Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Öffnen und Schließen der Absperrorgane (18) und (21) durch das Umschalten eines Dreiwegehahns (25) ersetzt wird.

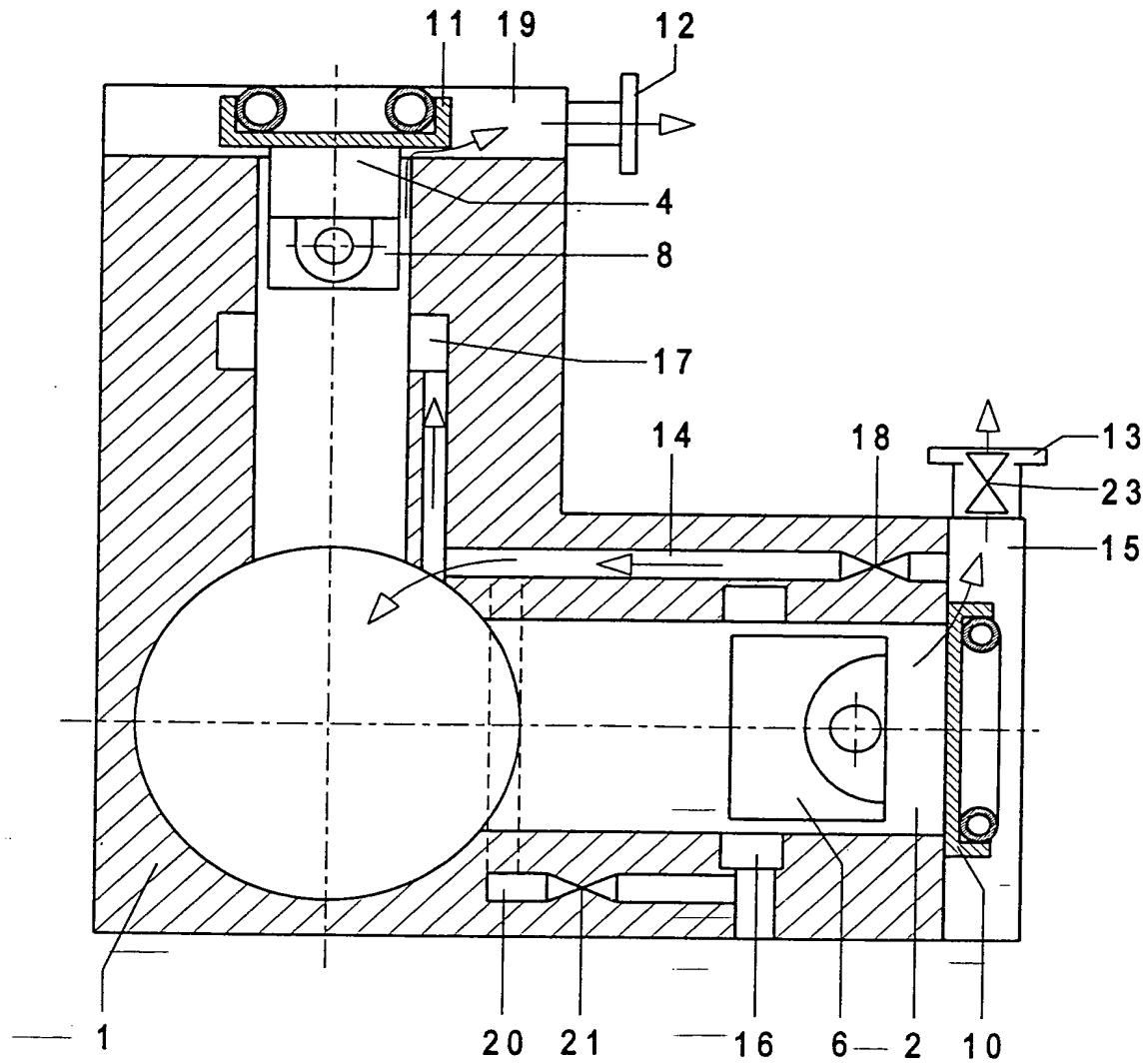


Fig. 1

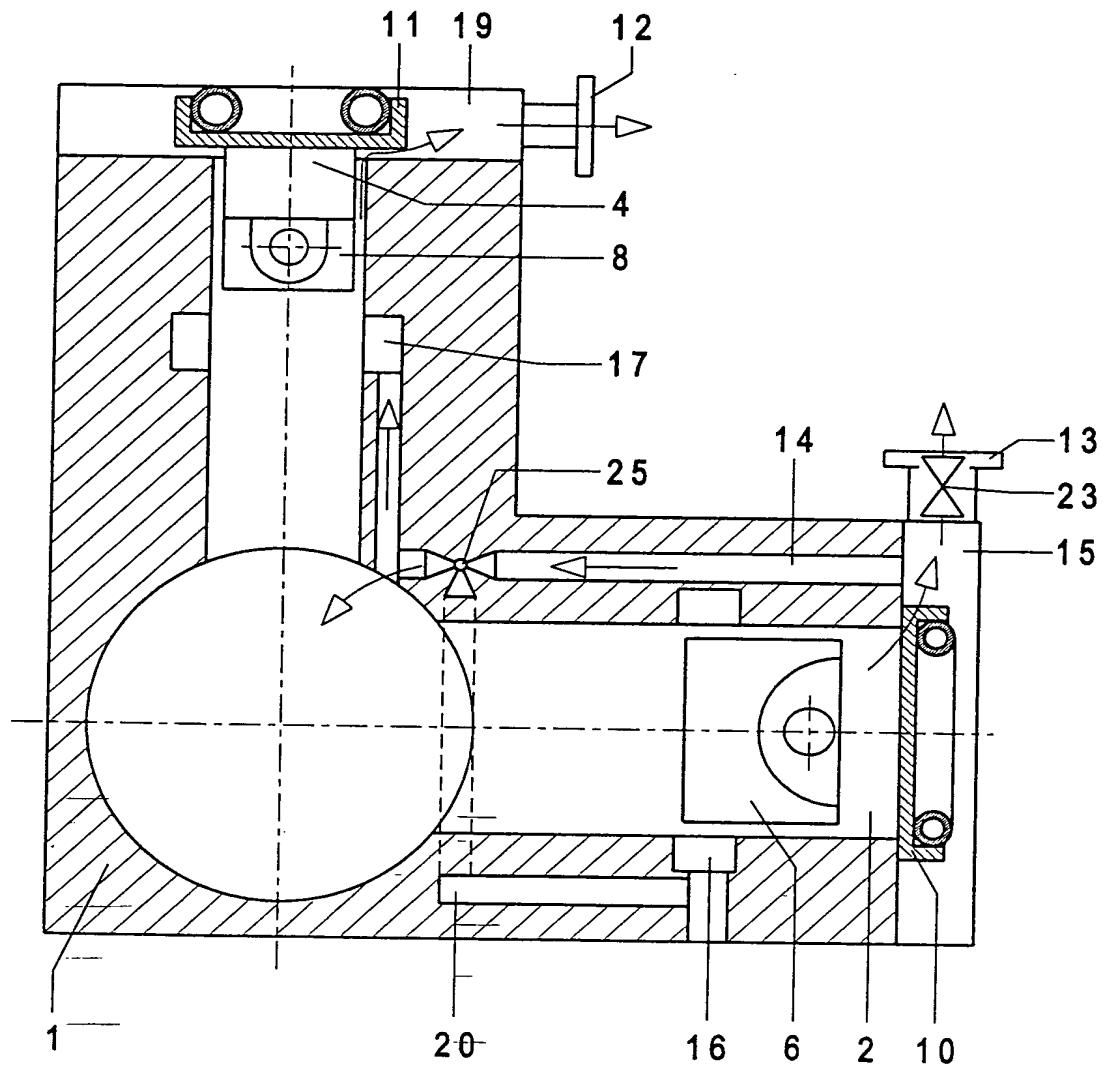


Fig. 2

## **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine mehrstufige Kolbenvakuumpumpe und ein Verfahren zum Betrieb derselben. Die Pumpe besteht aus einem Gehäuse (1) und aus mindestens zwei Schöpfräumen (2) und (4). Zwischen der Ansaugseite (16) und den Schöpfräumen bzw. zwischen den Schöpfräumen selbst besteht ein System von Verbindungsleitungen und Ventilen, über welche die einzelnen Pumpstufen entweder in Parallel- oder in Serienschaltung betrieben werden können. Die Verbindungsleitungen und Ventile sind im Pumpengehäuse integriert, so dass eine kompakte und platzsparende Bauweise erreicht wird. Die Länge der Verbindungsleitungen selbst kann auf ein Minimum reduziert werden.